

“Estagnação”

Relatório individual de Tomás Pinto

Cargo Principal: Direção de Som

Professor Orientador: Joaquim Gonçalo Pacheco de Sousa

Índice

• Introdução	3
• Enredo	3
• Estado da Arte	4
• Equipamento e Pré-produção	4
• Produção	5
◦ Layout de filmagem	
• O uso de FFmpeg	5-7
• Pós-produção	7-9
◦ Sincronização	
◦ Correção de áudio	
◦ Composição, Manipulação e Foley	
◦ Filtros e Efeitos	
◦ Mixing e Normalização	
• Fidelidade de Som	9
• Uso de Música	10
• Exportação Final	10-11
• Conclusão	11
• Créditos e Agradecimentos	12
◦ Equipa de produção	
◦ Atores	
◦ Materiais de terceiros usados	
◦ Outros agradecimentos	
• Referências usadas	13

Introdução

O nosso projeto Estagnação é um filme de natureza aut documental, com a história e argumento escritos pelo realizador, João Pinto. O resultado do nosso trabalho é um filme de curta-metragem, com vídeo e áudio. A nossa equipa de produção é constituída por 2 membros, e usámos material próprio para todas as filmagens.

Estagnação retrata uma história sobre um aluno chamado Mário que passa por dificuldades em lidar com a rotina monótona e repetitiva de estudante de faculdade. Ao longo do seu percurso escolar, o protagonista perde a força que precisa para enfrentar estas dificuldades, mas será que ele vai conseguir mudar este padrão?

As tarefas são distribuídas da seguinte forma:

João Pinto

- Realizador
- Diretor de Fotografia
- Ator (protagonista)
- Produção
- Pós-produção de vídeo e imagem

Tomás Pinto

- Assistente de Realização
- Diretor de Som
- Operador de câmara e microfone
- Produção
- Pós-produção de áudio

Este relatório contém descrição e resumo do processo, planeamento e execução do Estagnação, com um foco na frente de som, juntamente com a informação técnica dos nossos procedimentos, ferramentas e equipamento.

Enredo

No filme, nós assistimos ao ciclo diário de Mário, a nossa personagem principal, durante a sua fase de estudos como aluno de faculdade. As seguintes cenas estão presentes na história, por esta ordem: casa, estação do metro, metro, faculdade, metro (vinda), casa (noite/tarde). Este ciclo repete-se várias vezes, mas os dias estão divididos em quatro atos, ou categorias. Os três primeiros atos representam um ano escolar cada um, e o quarto ato é o último dia da história, logo a seguir aos dias do terceiro ato. Na mudança de cada fase, nós vemos o aspeto e atitude da personagem a mudar. Na primeira fase, Mário esforça-se por chegar a tempo às aulas e por vestir-se bem, e tem a barba feita e o cabelo curto. Com o passar para a segunda e terceira fase, nós vemos esse esforço a desaparecer gradualmente. Ele deixa de fazer a barba, o cabelo está enorme, ele distrai-se a comer o pequeno almoço, não se esforça por apanhar o metro para chegar a tempo às aulas, etc. A quarta fase representa o momento em que ele decide mudar esta atitude de vez, e faz a barba, corta o cabelo, e mais uma vez consegue apanhar o metro. A história acaba com ele a aperceber-se que tem de mudar de atitude e tem de arranjar força para seguir em frente e acabar o seu curso. Esta atitude piora com o tempo, até Mário faltar-se e decidir resolver os seus problemas, e enfrentar o seu rumo de estudante com maior força e vontade.

Estado da Arte

Apesar de eu estar envolvido na operação de câmara e um pouco realização, o meu cargo principal é de um diretor de som, eu tenho completa responsabilidade pela frente do som no nosso filme. Como diretor de som, faz parte do meu cargo planejar o equipamento e logística de filmagem na frente do áudio e executar as nossas ideias em produção e pós-produção. Eu imagino como o som será no seu resultado final e faço escolhas técnicas e criativas na gravação de áudio, manipulação, composição, correção e muito mais.

O uso de som é extremamente importante para a narrativa do nosso projeto. Os sons, ambientes, objeto, vozes, e como se situam no espaço e interagem uns entre os outros contextualizam-nos na história, na cena e emoção. Para a realização das minhas tarefas, eu inspirei-me no filme *Godzilla Minus One*. Este filme é de uma categoria e calibre completamente diferentes no Estagnação, mas o que me interessa é como o som é usado nele. No *Godzilla Minus One*, o som é usado para definir a escala do Godzilla e a destruição que ele causa. O filme tem momentos mais estacionários e sérios, com ausência de música, mas assim que Godzilla ataca a cidade a primeira vez, ouvimos então a peça de música principal. A música é usada como auxílio da narrativa de som, e define o ritmo, emoção e intensidade da cena. Eu ponho em prática estas técnicas de narrativa auditiva no Estagnação, como é explicado a seguir.

Equipamento e Pré-produção

O projeto é desenvolvido com equipamento pessoal e a pares. Para o vídeo é usada uma câmara digital e um tripé, com uma câmara suplente se for necessário. O vídeo é gravado a 1920x1080 a 25FPS, com uma bitrate média de 20Mb/s. É usado um ISO entre os 800 e 3200, dependendo das circunstâncias.

O áudio é gravado com um microfone cardioide USB a 16bit 48KHz mono e é usado um portátil como gravador. Para gravar o áudio do microfone, eu escrevi um pequeno script de automação para executar o FFmpeg^[1] e gravar. Isto faz com que o processo de gravação seja extremamente rápido e flexível, com o mínimo de fricção. Devido à natureza avançada e manual do FFmpeg, o áudio gravado não sofre interferências que podem destruir a sua qualidade. O FFmpeg é extremamente leve por ser uma ferramenta de linha de comandos, assim poupamos no uso de bateria do portátil, e temos a autonomia que precisamos para o gravador. O portátil usa NixOS^[2], um sistema operativo à base de Linux^[3], e por esse motivo, o sistema de som para captação de áudio que foi usado é o Pulseaudio^[4].

Para o gravador, o objetivo de configurar um sistema operativo a um nível mais avançado e profundo é reduzir o consumo de energia para aumentar ainda mais a autonomia do portátil, bem como aumentar a responsividade e performance do hardware, e a produtividade do utilizador. Mesmo a gravar o áudio em PCM/wav, o FFmpeg ainda usa recursos de CPU a um nível notável, devido à captura e codificação de áudio, o que aumenta o consumo de energia. Estes consumos são reduzidos ao diminuir a velocidade de clock dos núcleos de CPU. A redução da frequência de operação do CPU aumenta a eficiência energética e térmica. Um gravador de áudio wav não precisa de muitos recursos de CPU, então podemos reduzir a velocidade do mesmo sem perdermos informação ou aumentarmos a latência de gravação. O CPU em questão tem uma velocidade clock base de 2.8GHz e 6 núcleos, o que não é necessário para captar e codificar áudio. Fazemos então uma redução para 1GHz. Estas otimizações tornam o portátil muito autónomo, com um consumo mediano entre os 3W e 5W quando está parado.

Produção

Como diretor de som, eu vejo a produção e pós-produção áudio como um problema para resolver. Nós temos uma ideia, um conceito, o que queremos fazer quanto ao som no nosso trabalho, e o desafio está em como podemos executar a nossa ideia de forma flexível, previsível, eficaz e poderosa. O som tem um papel enorme na narrativa do nosso projeto. O nosso filme não tem muito diálogo, mas tem imensos sons de foley e ambiente que definem a sua narrativa por cena e por plano, e a composição de todos estes elementos cria o ambiente de som crucial para a história.

Durante a filmagem, é gravado o áudio-base em tempo real. O microfone é direcionado para o protagonista (que também é sempre o foco dos planos) e os para os sons de tudo que estiver em plano. O microfone mantém-se próximo do ator e direcionado para as fontes de som causadas pelo mesmo. O microfone é cardioide, por isso ainda dá alguma flexibilidade para captar vários sons em diversos pontos como, por exemplo, os sons da cama e o bocegar da personagem, no início de cada dia. Depois desta filmagem, são gravados os sons de diversos objetos e sons de ambiente para podermos captar tudo o que precisamos com qualidade e nitidez. Assim, temos uma biblioteca enorme de sons para usar na composição, durante a pós-produção. Para sons concentrados, aproximamos o microfone para podermos captar o som com fidelidade. Para sons de ambiente, gravamos diversos ambientes de fundo em diferentes sítios ou alturas do dia, para depois podermos compor com maior flexibilidade.

Os sons são categorizados e organizados. Se faltarem sons, é reservado um dia dedicado a gravá-los. Para as circunstâncias em que o diálogo das personagens não ficou bem captado, são gravadas as falas numa suite de som.

Quando a gravação de áudio de um plano corre mal em qualquer ponto, é possível usar o áudio do mesmo plano em outros dias da história, graças às semelhanças entre dias.

Layout de Filmagem

Para maior parte das cenas, é usado uma câmara, um tripé, um microfone e gravador. a câmara é estática, com a exceção de alguns planos no exterior, e o microfone também. O microfone é posicionado e direcionado com foco no protagonista, e então qualquer outro áudio que seja importante será gravado à parte. O microfone deve de estar o mais próximo possível do protagonista, desde que não apareça em plano, para aumentar a intensidade e qualidade do som sem termos de aumentar também o ruído mais logo.

O uso de FFmpeg

O FFmpeg é uma ferramenta de linha de comandos especializada para codificação, manipulação e processamento de vídeo, imagens, audios e legendas. O FFmpeg é cross-platform e funciona em imensos sistemas operativos. Este programa utiliza uma interface de linha de comandos elaborada, que permite uma liberdade e poder enorme para codificar, manipular e processar materiais digitais. Esta linha de comandos é tão extensa que pode ser usada em outros scripts ou programas para desenvolver funcionalidades na área de multimédia.

No nosso projeto, o FFmpeg é usado para a gravação de áudio, transcodificação de vídeos e áudios e remuxing.

Para gravação de áudio num sistema de Linux com a backend Pulseaudio, assumindo que o nome de identificação do microfone é MICROPHONE1, podemos usar o seguinte comando para gravar áudio:

```
ffmpeg -f pulse -i MICROPHONE1 -ac 1 recording.wav
```

Como o nosso input do microfone é áudio sem compressão, codificado em PCM, nós não precisamos de especificar características de codificação de áudio, pois a nossa codificação do que estamos a gravar assume os parâmetros originais do microfone. Há a exceção do número de canais de áudio, pois o microfone grava em mono, mas o FFmpeg está a detetar um input stereo, isto poderá ser culpa do Pulseaudio, mas não é preocupante. O sinal é exatamente igual para ambos os canais, então é usado o argumento -ac 1 para determinar que a codificação da gravação é em mono. É sempre melhor assim, pois vamos reduzir o tamanho de ficheiro para metade, retirando esta informação redundante.

O MICROPHONE1 é um pseudo-nome para o nome de identificação do microfone. Os verdadeiros nomes são determinados pelo Pulseaudio.

O lado mais forte do FFmpeg é a codificação. Nós usamos o FFmpeg para codificar ficheiros de gravação, ficheiros intermédios e ficheiros finais de exportação, com uma atenção ao pormenor enorme.

Vamos assumir que temos a exportação do nosso filme final em formato intermédio, com o nome de FINAL.mov, e queremos transcodificar para ser web-friendly. Com o FFmpeg, podemos fazer isso:

```
ffmpeg -i FINAL.mov -c:v libx264 -preset:v veryfast -crf 20 -c:a libopus -b:a 320k pix_fmt yuv420p FINAL_web.mov
```

-c:v libx264: Utiliza o codificador x264^[5] para a codificação. x264 é considerado o melhor codificador para o formato H.264 devido à sua eficácia de compressão e suporte de parâmetros amplo.

-preset:v veryfast: Escolhe o preset veryfast para o codificador x264.

-crf 20: Utiliza o modo de controlo de bitrate Control Rate Factor, com um valor de 20, que é equilibrado para um vídeo com ainda boa qualidade mas bitrate média baixa.

-c:a libopus: Define Opus^[6] como o codificador de áudio a usar

-b:a 320k: Utiliza bitrate constante para áudio, com o valor de 320 kilobits por segundo

pix_fmt yuv420p: Codifica o vídeo para o formato de cor YUV 4:2:0 8bit.

Os parâmetros que não são especificados aqui são assumidos com base no vídeo original (resolução, framerate, etc) ou com base num valor que é escolhido por defeito (parâmetros do x264 e opus).

Durante o desenvolvimento do nosso trabalho, o FFmpeg também é usado para fazer remuxing. Temos os vídeos intermédios e o áudio final para cada vídeo/plano feito, e queremos juntá-los de forma eficaz. Para obtermos esse resultado, fazemos remuxing. Remuxing é a extração e junção de faixas de fontes de media diferentes, para criar um novo ficheiro. Nós pegamos no vídeo final e no áudio final para esse vídeo e juntamos os dois num ficheiro vídeo novo, descartando o áudio original. Este processo mantém, se quisermos, a informação de áudio e vídeo perfeitamente intacta, com completa ausência de uma nova codificação e destruição. Este processo é extremamente eficaz e rápido, limitado apenas pelas velocidades de escrita e leitura de disco.

Eis um exemplo de como fazer remuxing com o FFmpeg, para importar um vídeo e áudio de fontes diferentes:

```
ffmpeg -i VIDEO.mov -i AUDIO_final.mov -c copy -map 0:v -map 1:a VIDEO_final.mov
```

-c copy diz ao FFmpeg para não transcodificar nenhuma faixa de vídeo ou áudio de qualquer fonte, utilizando a informação original tal como está.

Os argumentos -map 0:v e -map 1:a pegam, respetivamente, nas faixas de vídeo de VIDEO.mov e nas faixas de áudio de AUDIO_final.mov. Não é necessário neste caso especificar quais faixas queremos.

Pós-Produção

A pós-produção do Estagnação é feita de forma paralela. Eu trabalho maioritariamente na pós-produção de áudio, e o João trabalha em vídeo/imagem, por isso conseguimos trabalhar em ambientes diferentes de forma paralela.

Todas as gravações irão seguir uma organização específica para o áudio e vídeo serem depois trabalhados paralelamente. Todos os ficheiros são renomeados com base na respetiva cena, plano e take, e esta organização deve de ser mantida para todos os elementos da pós-produção em ambas as frentes de imagem e áudio, porque assim podemos trabalhar em paralelo.

Enquanto o João trabalha na montagem e cortes, eu trabalho na sincronização de áudio, com algumas pequenas correções. Assim que os cortes e montagem estiverem prontos, o João envia-me um render intermédio, onde eu posso então começar a tratar do áudio final.

O trabalho em paralelo foi crucial para conseguirmos fazer tudo a tempo, pois temos imensos materiais e filmagens com que trabalhar, o que resultou num vídeo final de aproximadamente 15 minutos.

Sincronização

Como foi mencionado anteriormente, a pós-produção de áudio começa com a sincronização e correção de áudio. Nesta etapa, é feita a sincronização entre as faixas de áudio das filmagens originais, e as gravações de áudio feitas com o microfone dedicado. As faixas de áudio são normalizadas para -4dB e, se necessário, são feitas correções e ajustes de ganho. Todos os sons redundantes que aparecem na gravação, como o bater de palmas no início do take, ou toques acidentais no microfone, são removidos para não afetarem o resultado da normalização. Se estes sons aparecerem no meio da gravação, essas porções são substituídas pelo room tone do local de filmagem, ou outra porção da mesma faixa com o mesmo ganho e configurações. O ganho que resulta da normalização é depois ajustado, caso o áudio agora tenha uma amplitude demasiado alta. Em casos excecionais, é feita uma equalização ou compressão para corrigir algumas gravações. Durante algumas das filmagens feitas na ESMAD, o som do teclado tem os graves muito fortes, e para esse mesmo som foi aplicado um compressor com quatro bandas, para comprimir apenas os graves.

Assim que tudo está sincronizado e corrigido, cada faixa é exportada, com a duração dos vídeos originais que as gravações de áudio representam. Cada faixa exportada é depois juntada ao vídeo original através de remuxing. O FFmpeg é utilizado para isto. Estes ficheiros novos, resultantes do remuxing, contém as faixas de vídeo originais, mas agora com o áudio da filmagem, corrigido e

pronto para ser usado. Estes ficheiros vão substituir os antigos, e no lado da pós-produção de vídeo, o novo áudio é automaticamente aplicado.

Quando a montagem de vídeo estiver pronta, o projeto é exportado numa versão intermédia. Esta versão tem a montagem feita apenas, que é o necessário para haver progresso no trabalho de som. Passamos agora para a segunda parte da pós-produção de áudio.

Correção de Áudio

A correção do áudio já foi parcialmente feita na fase de sincronização, mas não foi acabada, seria demasiado lento e um esforço enorme corrigir todas as gravações na sua duração total, quando apenas usaremos parte das nossas gravações, e porções da sua duração. Agora na fase final, o tempo que é preciso para fazer estas correções é muito menor, e então mais nenhum erro escapa. São corrigidos erros de gravação como toques no microfone, sons que precisam de ser comprimidos, sons que ficaram com um timbre mau, entre outros.

Composição, Manipulação e Foley

Agora que temos a versão final dos cortes e montagem de vídeo, podemos tratar da composição de áudio final. Esta etapa é dividida entre várias categorias: correção, foley/composição, filtros, mixing/normalização

Muitos planos necessitam de foley para estarem completos na frente do som. Os planos do metro e estação precisam de auxílio completo de foley, para o ambiente exterior, as pessoas a conversar, o metro a chegar, e os passos que o protagonista dá ao andar. Outros planos, como os da escola, necessitam apenas de algum foley auxiliar. Estes planos têm o áudio-base que contém os sons do protagonista e do ambiente próximo dele, mas é necessário adicionar foley para preencher a sala com uma turma inteira e o professor. A composição de diferentes sons torna a experiência auditiva imersiva e mais interessante, a narrativa de som é mais rica e expressiva.

Em casos excecionais onde não temos a gravação à parte do áudio (como os planos de noite), temos de usar o room tone da mesma cena, mas em outros planos. Todas as filmagens têm o áudio da câmara, quer tenhamos feito gravação de áudio à parte ou não, e assim nós podemos usar este áudio para não termos de reproduzir sons quando não é fácil. Se há um som muito característico nestes planos e nós só temos o áudio da câmara, usamos este áudio somente para este som, e tudo o resto é uma composição de foley e room-tone de outros planos ou gravações à parte.

Filtros e Efeitos

Os filtros são o toque final na manipulação de som, os pormenores que fazem a grande diferença. Alguns sons têm um significado completamente diferente se tiverem os graves mais fortes, ou são mais imersivos se usufruirmos dos múltiplos canais de áudio. Na etapa dos filtros, eu aplico diversos efeitos a sons individuais. exemplos mais simples são a alteração do timbre do som através de equalização, ou introdução de eco e reverberação. Outros exemplos mais interessantes são o uso de panning para contextualizar espacialmente o som. No caso do panning, podemos ver o exemplo dos planos em que o protagonista está a descer as escadas e sai de casa. Em todos estes planos, as escadas estão à esquerda, o que cria a oportunidade perfeita para usar panning no som dos passos. assim podemos ouvir os passos a passar da esquerda para o centro. É importante não exagerar no uso de panning, não colocar os passos completamente à esquerda no início, porque pode não ser apropriado, e é preciso que o room tone não tenha panning, porque não queremos ouvir o som de ambiente também a vir da esquerda.

Mixing e Normalização

Esta é a etapa final na pós-produção. Os vários clipes de áudio têm intensidades diferentes, e intensidades diferentes da apropriada, porque um som de ambiente de fundo não deve de ser o som dominante do plano. A intensidade tem de ser ajustada para cada som ou faixa para respeitar a coerência e narrativa do áudio na sua totalidade. Para a exportação, é feita uma normalização final. O projeto final é então exportado a 24bit 48KHz stereo, e é juntado ao material de vídeo, que neste momento já está acabado.

Fidelidade de Som

Como diretor de som, a tendência para criar um projeto fiel ao ambiente real em que filmámos é enorme, mas a fidelidade perfeita não é obrigatória. É importante mantermos alguma fidelidade no nosso trabalho de som, nós devemos de ter em conta o ambiente do espaço de gravação, os sons que constituem esse ambiente, os timbres dos mesmos e como estes sons interagem uns com os outros. Contudo, o desenvolvimento de uma história por meios digitais e analógicos fornece liberdade para criarmos o nosso mundo fantástico. Sim, o filme pode ter uma imagem extremamente parecida com o que vemos ao vivo, ou podemos modificar a cor das filmagens de forma menos realista. é fiel ao que vemos ao vivo? Não, mas este é o mundo de fantasia que desenvolvemos, a cor e a forma como a imagem é manipulada por si só conta parte da história, e podemos aplicar a mesma lógica para o som. Podemos realçar sons que ao vivo são mais fracos e difíceis de ouvir, podemos introduzir sons que não se ouvia no local de filmagem, podemos manipular sons e timbres, ou sintetizar sons digitais que não existem na vida real. Tudo isto são escolhas criativas na manipulação e composição de som.

Assim sendo, o Estagnação não segue fidelidade perfeita quanto ao som. O uso de foley é frequente, mas o ambiente de som final de cada cena é diferente do ambiente que ouvimos ao vivo. Um exemplo disto é quando o protagonista está a andar ou a correr na estação do metro, os passos são fortes e realçados, mesmo que ele esteja longe da câmara. ao vivo, estes passos seriam difíceis de ouvir, e teriam um impacto mínimo. Em cada dia de filmagem, nós filmámos o equivalente a vários dias na história, em cenas diferentes. Na história, estes dias devem de ter pequenas diferenças na cena e ambiente, como diferenças na luz e som. As gravações de áudio não têm essas diferenças, mas depois na pós-produção nós criamos estas diferenças. Quando a personagem acorda no seu quarto, vai haver dias em que se houve pássaros lá fora, e noutros dias houve-se mais carros do que o de costume, e noutros dias não se ouve nada. É com estes métodos que fugimos à fidelidade do ambiente sonoro real e transpomos parte da imaginação na narrativa de som.

Seguindo a mesma ideia do som não fiel à filmagem, o uso de foley também é importante para termos uma contextualização espacial da cena, para além do que conseguimos ver. Com uma atenção ao pormenor na narrativa de som, conseguimos introduzir detalhes invisíveis, como o ambiente de sala de aula, que é uma composição de diversos sons diferentes, ou o som do metro a chegar na fase final da história, para conseguirmos saber que o metro está quase a chegar à estação, mesmo que o não consigamos ver. O som do alarme toca no início de cada dia, seguido pelo protagonista a acordar, e esse som é o complemento para a narrativa deste plano.

Uso de Música

Quase todos os sons são diegéticos na nossa história, todos exceto a música presente. O nosso projeto utiliza uma faixa de música que faz de suporte da narrativa de som. A música define o ritmo e continuidade do ciclo diário, onde a atenção aos pormenores nos planos é menos necessária. O ritmo abranda e a música desaparece, e há um aumento na importância do som diegético e na imagem. Normalmente, são estes os momentos em que a personagem principal inicia ou participa em eventos importantes para o enredo e progresso da história, como o dia final. A música é então maioritariamente usada no progresso repetitivo do resto dos dias.

A música de fundo nunca deve se sobrepor ao som diegético. É de evitar termos um conflito que cria uma confusão na percepção do som, onde a música é demasiado forte e o som diegético e diálogos demasiado fracos. Para evitar isso, a faixa de música não é ouvida em momentos importantes onde uma personagem possa estar a falar.

Com o passar do tempo, a música que ouvimos desde o início do filme perde a sua intensidade e fica progressivamente mais difícil de ouvir. O protagonista perde a motivação e energia que antes tinha, e o impacto desta faixa de música é proporcional a esta perda. Eventualmente, ouvimos outras faixas de música completamente diferentes com um significado completamente diferente. De repente, já não temos a música alegre e energética que antes ouvíamos, e agora começamos a ter contacto com uma realidade mais sombria, mais intensa, e a nova música reflete esta mudança.

Exportação Final

Assim que a pós-produção estiver completamente pronta, quer na frente da imagem e do áudio, passamos à fase final, a exportação. O vídeo é renderizado e codificado no formato intermédio DNxHR HQ, com formato de cor YUV 4:2:2 e o áudio a PCM 24bit 48KHz. Este áudio incluído no vídeo contém apenas o áudio sincronizado que gravámos com o microfone dedicado, por isso tem de ser substituído pelo áudio final, que eu desenvolvi em paralelo. Este áudio final tem a composição, foley, ADR, efeitos, mistura e manipulação que falta no lado do João. O áudio final é exportado em WAV stereo, a 24bit 48KHz. Como foi explicado antes, é feito o remuxing para juntarmos o vídeo e o áudio final num único ficheiro, sem destruir ou alterar informação. Temos agora o nosso trabalho final, no seu formato mais cru. Este ficheiro é bastante grande, e não é web-friendly, pois o formato de codificação de vídeo usado não é suportado nos browsers e em alguns media players, é concebido para trabalho profissional de vídeo. Sendo assim, temos então de transcodificar o nosso trabalho.

O vídeo é transcodificado para uma versão leve que seja compatível em todos os browsers e media players. Para o vídeo, a codificação é feita para o formato H.264, com o codificador x264. O controlo de taxa de bits usado é constant rate factor^[7] (CRF), para manter uma qualidade constante com uma bitrate variável. O valor de CRF usado é de 18, que é um bom ponto intermédio entre qualidade e tamanho de ficheiro. O formato de cor usado é YUV 4:2:0, que é o mais universal na web. A framerate e resolução mantêm-se iguais, a 1920x1080 25FPS. O áudio é codificado em MPEG Audio a 16 bit 48KHz, com uma bitrate de 320kb/s, usando codificador libmp3lame^[8]. Este formato de codificação é usado para os ficheiros mp3. Foi escolhido este formato, e não AAC, Vorbis ou Opus porque o Vorbis e Opus são menos suportados na web, e o codificador que temos disponível para AAC, ou o próprio formato AAC, não tem tanta eficiência de compressão, tendo menos qualidade pela mesma bitrate.

Assumindo os nomes de ficheiro VIDEO.mov, AUDIO.wav e FINAL.mov, temos o seguinte comando de FFMpeg para fazer o remuxing e transcodificação:

```
ffmpeg -i VIDEO.mov -i AUDIO.wav -map 0:v -map 1:a -c:v libx264 -preset:v veryfast -crf 18 -pix_fmt yuv420p -c:a libmp3lame -b:a 320k FINAL.mov
```

Neste comando, há um parâmetro que não está relacionado com o que foi dito acima, que é o parâmetro de preset. Eu escolhi o preset “veryfast”, que representa um dos vários presets de codificação do codificador x264^[9]. Estas opções definem a relação entre qualidade e velocidade de compressão. Um preset que resulte numa codificação mais lenta consegue produzir um vídeo com a mesma qualidade, mas uma bitrate menor, e por consequência um tamanho de ficheiro menor.

Conclusão

Desenvolver um projeto de audiovisual, quer seja grande ou curto, ou quer tenha um orçamento enorme ou curto, é sempre um grande desafio, sobretudo quando feito a pares. Há imensas condicionantes que temos de ter em conta quando estamos a planear tudo para a execução do projeto. Temos de ser realistas quanto ao argumento e ter em conta se conseguimos executar as nossas ideias no mundo real, temos de planear a imagem, cor, perspetiva e montagem, temos de fazer a gestão dos nossos recursos, quer seja hardware, tempo, locais de filmagem ou atores, temos de estar preparados para imprevistos e complicações e conseguir resolver estes problemas ou encontrar alternativas.

Como a nossa equipa é constituída por apenas 2 membros, nós tivemos grandes desafios na realização do projeto, mas o número baixo de membros de projeto também nos trouxe grande poder e flexibilidade quanto às decisões que podemos considerar, como executamos as nossas ideias em cena, como fazemos a gestão de tempo e horário, e muitas outras frentes. Nós encontramos muitas dificuldades ao longo do caminho, como era de esperar, e tivemos de planear imenso para a produção, quer numa perspetiva mais artística como numa perspetiva mais técnica e científica.

O planeamento de áudio foi extenso, baseou-se nas melhores formas de usarmos o nosso equipamento pessoal. O meu portátil pessoal foi configurado a um nível profundo para estar pronto para ser usado como um gravador avançado e autónomo. Foi usado equipamento pessoal para todas as gravações de áudio, mas os riscos e condicionantes foram tidos em conta.

Com o devido planeamento técnico, trabalho em equipa, coordenação e flexibilidade, e trabalho em paralelo, nós temos o orgulho de apresentar o nosso trabalho resultante, o nosso Estagnação.

Créditos e Agradecimentos

Equipa de produção

Realização	João Pinto
Assistente de Realização	Tomás Pinto
Direção de Fotografia	João Pinto
Produção	João Pinto e Tomás Pinto
Pós-produção de vídeo e imagem	João Pinto
Diretor de Som	Tomás Pinto
Operador de câmara e microfone	Tomás Pinto
Pós-produção de áudio	Tomás Pinto

Atores

Mário	João Pinto
Professores	Daniela Rodrigues, Jorge Bessa e André Legoinha

Materiais de terceiros usados

<https://freesound.org/people/ellie.vanderlip/sounds/704381/>
<https://freesound.org/people/MessyAcousticApocalypse666/sounds/594778/>
https://freesound.org/people/Uno_Reverse/sounds/462467/
<https://freesound.org/people/dobroide/sounds/35039/>
<https://freesound.org/people/MakedaMntuyedwa/sounds/492959/>
<https://freesound.org/people/joedeshon/sounds/258094/>
<https://freesound.org/people/kyles/sounds/450726/>
<https://freesound.org/people/kijjaz/sounds/396320/>
<https://freesound.org/people/ztitchez/sounds/370279/>
https://freesound.org/people/test_sound/sounds/464280/
<https://freesound.org/people/inchadney/sounds/46351/>
<https://freesound.org/people/Apostolinkyyti/sounds/128940/>
<https://freesound.org/people/Erablo42/sounds/661187/>

Música

“Fox Tale Waltz Part 1 Instrumental”	de Kevin Macleod
“Shadowlands 7 – Codex”	de Kevin Macleod
“Echoes of Time v2”	de Kevin Macleod

Outros agradecimentos

Agradecemos à Metro do Porto

Referências usadas

1. <https://ffmpeg.org/>
2. <https://nixos.org/>
3. <https://kernel.org/>
4. <https://www.freedesktop.org/wiki/Software/PulseAudio/>
5. <https://www.videolan.org/developers/x264.html>
6. <https://opus-codec.org/>
7. <https://trac.ffmpeg.org/wiki/Encode/H.264>
8. <https://lame.sourceforge.io/>
9. <https://wiki.videolan.org/Documentation:Modules/x264/>